

4. СУЧАСНІ ТЕХНІКА ТА ОБЛАДНАННЯ ЗАХИСТУ ПРИРОДИ ТА ЛЮДИНИ

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПИЛОВЛОВЛЮВАННЯ НА ПРОТИТЕЧІЙНИХ КОНТАКТНИХ ЕЛЕМЕНТАХ STUDY OF THE SPECIAL FEATURES OF GAS CLEANING FROM DUST ON COUNTER-CURRENT CONTACT ELEMENTS

В.Ф. Райко, М.А. Цейтлін

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

м. Харків

Анотація. Досліджено характеристики вловлювання тонкодисперсного пилу та утворення відкладень накипу на зрошуваних ґратчастих та дірчастих протитечієвих (провальних) тарілках з великою перфорацією. Знайдено, що ступінь вловлювання полідисперсного пилу з медіанним розміром часток 23 мкм на ґратчастих тарілках дещо вищий ніж на дірчастих. Ступінь очистки газу найбільш залежить від швидкості газу у повному перерізі апарату і має максимум в діапазоні 1,5 – 2,0 м/с, який становить 99,8 % при частці вільного перетину тарілок 15 % та зменшується до 99,2 при вільному перетині 35 %. Істотного впливу зрошення на досліджуваний параметр не виявлено. Дослідження утворення накипу показали, що найбільший вплив на швидкість утворення відкладень на тарілках мають концентрація гідрокарбонату кальцію та температура. Менший, але помітний вплив мають також швидкість газу та густина зрошення. Для усіх знайдених залежностей отримані апроксимаційні рівняння.

Ключові слова: пилоочистка, ступінь очистки, ґратчасті тарілки, дірчасті тарілки, утворення накипу.

Anotation. The characteristics of capture fine dust particles and formation of scale deposits on irrigated lattice and hole counter-current trays with a large perforation are investigated. It was found that the capture stage of a polydisperse dust with a median particle size of 23 μm on lattice plates is somewhat higher than that of the hole. The gas purification stage most depends on the gas velocity in the free section of the apparatus and has a maximum in the range of 1.5 - 2.0 m / s, which is 99.8% with a free section of the plates 15% and decreases to 99.2 with a free intersection 35%. Significant influence of irrigation on the investigated parameter was not detected. Investigations on the formation of scale have shown that the greatest influence on the rate of formation of sediment deposits on the plates has the concentration of calcium bicarbonate and temperature. Smaller but also noticeable effects have the speed of gas and irrigation density. Approximation equations are obtained for all the dependences found.

Keywords: gas cleaning, cleaning degree, lattice tray, hollow tray, scale formation.

Оцінки умов праці на більшості підприємств хімічної, металургійної, гірничодобувної промисловостей показують незадовільний стан ряду робочих місць через наявність в повітрі робочої зони і промайданчика пилу, який викидається з різних джерел з газами. Особливу небезпеку становить тонкодисперсний пил з розміром частинок менше за 100 мкм, так як він погано уловлюється в апаратурі сухої газоочистки і в атмосфері утворює стійкі аерозолі. Ліквідація джерела небезпеки можлива шляхом модернізації технології з використанням «мокрих» газоочисних апаратів. Їх перевагою, поряд з можливістю видалення наночастинок пилу, є можливість утилізації вторинної теплоти, що зазвичай втрачається зі скидними газами.

Метою представленої в доповіді роботи було вивчити особливості очищення газу від тонкодисперсного пилу в скрубєрі із протитечійними (провальними) тарілками, серед яких розглядалися гратчасті (ГПТ) і крупноотвірні (ОПТ) тарілки. Вибір цих типів контактних елементів пов'язаний із забезпеченням сталої роботи апарату в умовах очікуваного утворення накипу.

Дослідження виконувалось на лабораторній установці, основним апаратом якої був дослідний скрубєр циліндричної форми діаметром 250 мм, в який монтувалися тарілки, що випробовувались. Як модельний пил використовувалася «біла сажа» з медіанним розміром частинок 23 мкм. Вивчалася залежність ступеню очищення газу (η) від швидкості газу в повному перерізі апарату (v), щільності зрошення (l), типу тарілки і частки її вільного перетину (ϕ). Також в окремій серії дослідів оцінювалася швидкість утворення відкладень накипу в залежності від температури і концентрації гідрокарбонату кальцію у зрошувальній рідині.

Як показали досліди, залежність ступеню вловлювання пилу від швидкості газу має максимум в інтервалі 1,5 - 2,0 м/с. Положення максимуму, як і його величина, залежать від частки вільного перетину тарілки. З її збільшенням максимум зміщується в бік великих швидкостей, а ступінь уловлювання знижується з 99,8 % при $\phi = 15$ % до 99,2 % при $\phi = 35$ %. ГПТ показали трохи кращий результат по пиловловлюванню. Так при $\phi = 15$ % і $v = 1,5$ м/с ступінь уловлювання на ГПТ становила 99,8 %, а на ОПТ 99,3 %. Впливу щільності зрошення не було виявлено.

Аналогія абсорбції і пиловловлювання, тобто представлення швидкості вловлювання пилу у вигляді величини, яка пропорційна середньологарифмічній різниці концентрацій пилу на вході і виході зі скрубєра, дозволила отримати рівняння, що апроксимує коефіцієнт пропорційності в цій залежності в наступному вигляді

$$\text{для ОПТ: } K = (0,357 + 0,00255 \phi + 0,0001 \phi^2)(v - 0,556)^{0,60} \quad (1)$$

$$\text{для ГПТ: } K = 0,448 (v - 0,249 - 0,0303 \phi + 3,33 \cdot 10^{-4} \phi^2)^{0,56} \quad (2)$$

Дослідження процесу накипоутворення при нагріванні води в прямому контакті з газом показали, що швидкість росту відкладень (g_u) пропорційна різниці між поточною концентрацією гідрокарбонату кальцію у воді (C_u) і його метастабільною концентрацією при температурі дослідів (C_u^*), котра, як показав експеримент, може бути обчислена за такою формулою

$$C_u^* = 3,76 \exp [-\exp (0,0403 T - 16,248)] \quad (3)$$

Для розрахунку коефіцієнту швидкості накипоутворення отримано наступне рівняння

$$K_u = \exp(36,459 - 12800/T) + 1,29 \quad (4)$$

Отримані закономірності були використані при проектуванні системи знепилювання скидних газів у виробництві «білої сажі».